

EUROPEAN PATENT OFFICE

03 P 08875

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 61008462
PUBLICATION DATE : 16-01-86

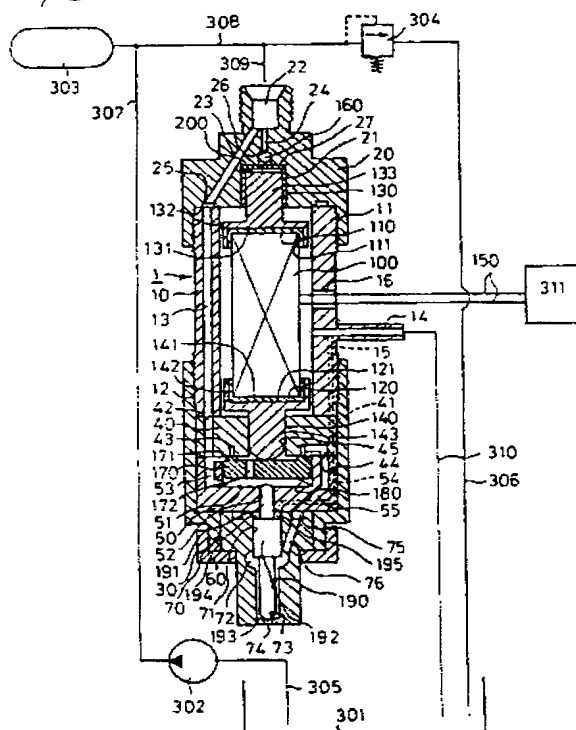
APPLICATION DATE : 25-06-84
APPLICATION NUMBER : 59129099

APPLICANT : NIPPON SOKEN INC;

INVENTOR : SAKAKIBARA YASUYUKI;

INT.CL. : F02M 51/00

TITLE : ELECTROSTRICTION FUEL
INJECTION VALVE



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce a passage between a valve body and a needle valve and promptly stop injection of fuel, by providing the valve body, driven by an electrostrictive actuator, on the half way of a passage between a jet, opened and closed by the needle valve, and a supply source of fuel.

CONSTITUTION: A needle valve 190 for opening and closing a jet 74 is slidably inserted into a needle body 70, and an oil reservoir 72 formed in a cylinder hole 71 of said body 70 communicates through fuel passages 76, 55, 44 with a fuel passage 53 opened and closed by a valve body 170. The fuel passage 53 is connected with a fuel pump 302 through fuel passage 13, 23 and a fuel inlet 22 or the like. An injection valve drives the valve body 170 to be opened and closed by an electrostrictive actuator 100 arranging in its both upper and bottom ends a thermal distortion connection piston 130 and a driving piston 140. And the injection valve, constituting the needle valve 190 by equipping the first sliding part 191 and the second sliding part 192 having a larger control than that of the first sliding part 191, protrudes the first sliding part 191 to the side of a recessed part 51 in a bottom part of the valve body 170.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-8462

⑤ Int.Cl.⁴
F 02 M 51/00識別記号 庁内整理番号
Z-8311-3G

④ 公開 昭和61年(1986)1月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 電歪式燃料噴射弁

⑯ 特 願 昭59-129099

⑰ 出 願 昭59(1984)6月25日

⑱ 発 明 者 阿 部 誠 幸 西尾市下羽倉町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合
研究所内⑲ 発 明 者 猪 頭 敏 彦 西尾市下羽倉町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合
研究所内⑳ 発 明 者 榊 原 康 行 西尾市下羽倉町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合
研究所内㉑ 出 願 人 株式会社日本自動車部 西尾市下羽角町岩谷14番地
品総合研究所

㉒ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

電歪式燃料噴射弁

2. 特許請求の範囲

1. 燃料を噴射するための噴口を開閉するニードル弁、と燃料供給源と上記噴口との間の通路の途中に設けられてこの通路を開閉する弁体と、この弁体が連結され、印加電圧に応じて伸縮してこの弁体を開閉駆動する電歪式アクチュエータとを備え、上記ニードル弁は第一受圧面とこの受圧面よりも大きい受圧面積を有する第二受圧面とを有し、上記第一受圧面は上記通路内であって上記弁体より上流側に臨み、上記第二受圧面は上記通路内であって上記弁体より下流側に臨むことを特徴とする電歪式燃料噴射弁。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は内燃機関、特にディーゼルエンジンに設けられる燃料噴射弁に関するものである。

従来の技術

ディーゼルエンジンにおいては燃料圧を高くする必要がある。一方、最近、燃料噴射の制御の自由度を高めるために燃料噴射弁を電子制御することが広がりつつあり、高圧燃料を扱うために、構造的に丈夫である電歪素子がしばしば用いられる。しかし従来燃料噴射弁は、燃料を噴射するための噴口を開閉するニードル弁と、このニードル弁を噴口を閉塞する方向に付勢するばねと、燃料供給源と噴口との間の通路の途中に設けられてこの通路を開閉する弁体と、この弁体を駆動するための電歪式アクチュエータとが設けられ、弁体が開放したときニードル弁は燃料圧を受けてばねに抗して噴口を開放し、弁体が閉じたときニードル弁はばねにより噴口を閉塞するようになっている。

発明が解決しようとする問題点

ところが従来の燃料噴射弁は、上記弁体の部分と上記ニードル弁を設けられた噴射ノズル部とが別体であり、これらの部分を接続する通路が長く、このため、ニードル弁を閉じるときにこの通路内の圧力がすぐには低下しない。したがってこのニ

ードル弁がばねに押圧されて噴口を閉じるまでには一定の時間を要し、燃料噴射の停止を迅速に行なうことが困難である。本発明は以上の問題点を解決することを目的とする。

問題点を解決するための手段

上記問題点を解決するため、本発明に係る燃料噴射弁は、燃料を噴射するための噴口を開閉するニードル弁と、燃料供給源と上記噴口との間の通路の途中に設けられてこの通路を開閉する弁体と、この弁体が連結され、印加電圧に応じて伸縮してこの弁体を開閉駆動する電歪式アクチュエータとを備え、上記ニードル弁は第一受圧面とこの受圧面よりも大きい受圧面積を有する第二受圧面とを有し、上記第一受圧面は上記通路内であって上記弁体より上流側に臨み、上記第二受圧面は上記通路内であって上記弁体より下流側に臨むことを特徴としている。

実施例

以下図示実施例により本発明を説明する。

第1図において、1は本発明の一実施例に係る

電歪式燃料噴射弁を示し、センターケーシング10の上部にはアッパーケーシング20が螺合され、一方、下部にはロアケーシング30が螺合される。センターケーシング10の下方にはシリング40とディスタンスピース50が配設され、これらシリング40とディスタンスピース50はセンターケーシング10とロアケーシング30により挟持される。したがって、センターケーシング10の端面とシリング40とディスタンスピース50とロアケーシング30の下方肩部とのそれぞれの各接触面は、相互に密着する。ロアケーシング30の下端にはリテーニングナット60を介してニードルボディ70が固定される。

センターケーシング10とアッパーケーシング20とシリング40とにより形成される空間内には電歪アクチュエータ100が収容される。電歪アクチュエータ100の上下端にはそれぞれ電気絶縁板110,120が配置され、さらにその上下に熱歪補正用ピストン130、駆動ピストン140が配設される。

電歪アクチュエータ100は電歪素子を多数枚積層したものである。電歪素子はチタン酸ジルコン酸鉛を主成分とするセラミックであって、薄い円盤状の両面に電極が設けてあり、この両面間に500Vの電圧を印加すれば厚み方向に1μmの伸長を生じる。この電歪素子を100枚積層して円柱状に構成したのが電歪アクチュエータ100であり、このアクチュエータ100は各素子の厚み方向に電圧を印加、解除するための電気配線150が設けられる。

電歪アクチュエータ100の上下端の電気絶縁板110,120は硬質の樹脂から成形され、その凹部111,121に電歪アクチュエータ100が嵌着するようになっている。駆動ピストン140は、電気絶縁板120の外周に嵌合する凹部141と、センターケーシング10の内径より小径の円筒部142と、後述するシリング40の中央孔45に摺設する摺動部143から構成される。摺動部143は円筒部142より小さい径を有し、その先端は球面状を有して後述する弁体170に当接する。一方、熱歪補

正用ピストン130は電気絶縁板110の外周に嵌合する凹部131とセンターケーシング10の内径より小径の円筒部132と摺動部133から構成される。摺動部133は円筒部132より小径であり、その先端面は平らである。また、この摺動部133の径は駆動ピストン140の摺動部143の径よりわずかに大きく成形される。

ピストン130の摺動部133はアッパーケーシング20の孔に圧入されたスリーブ21に摺動自在に嵌合する。アッパーケーシング20には、燃料入口22、燃料通路23,24、環状溝25がそれぞれ形成され、燃料通路23の途中には逆止弁座26が形成される。燃料入口22と環状溝25は燃料通路23を介して連通する。アッパーケーシング20の中央凹部には、逆止弁用球160とこの球

160のためのストッパー27とが挿入される。組付時において熱歪補正用ピストン130の上端面とストッパー27の下端面との間の距離は、アッパーケーシング20、センターケーシング10、電歪アクチュエータ100の上下端の各ピストン130、

140の熱膨張を考慮し0.5mm前後とする。しかし熱歪補正用ピストン130の上端面とストッパ28の下端面との間に、熱歪補正用圧力室200が形成される。

センターハウジング10は中空円筒で厚肉部の上下外周にアッパケーシング20取付用のネジ11と、ロアケーシング30取付用ネジ12とが形成される。さらにセンターハウジング10には、この軸心方向に貫通する燃料通路13と軸心方向に垂直に延びるドレン燃料通路14と、ドレン燃料通路14に連通しケーシング10の下端面にまで達するドレン燃料通路15とが、それぞれ形成される。燃料通路13はアッパケーシング20の環状溝25に、またドレン燃料通路15は後述するシリンダ40のドレン燃料通路41に、それぞれ連通する。センターハウジング10の中央部の側壁には、電気配線150用の取出穴16が穿設される。

シリンダ40は環状を有し、厚肉部には、センターケーシング10の燃料通路13に連通する燃

料通路42と、センターケーシング10のドレン燃料通路15に連通するドレン燃料通路41とが貫通して形成される。シリンダ40の下端面には、溝巾が0.3mm程度の環状溝43が形成され、この環状溝43は外周の下端面に開口する燃料通路44に連通する。

ディスタンスピース50は皿状に成形され、凹部51内に、弁体170と板バネ180とを収容する。ディスタンスピース50の中央部には、後述するニードル弁190を摺動自在に支持するシリンダ孔52が形成される。ディスタンスピース50の厚肉部には、シリンダ40の燃料通路42に連通するとともに弁体170の上下の凹部51内に連通する燃料通路53と、シリンダ40のドレン燃料通路41と連通するとともにシリンダ孔52の下部に開口するドレン燃料通路54と、シリンダ40の燃料通路44に連通するとともにディスタンスピース50の下端面に開口する燃料通路55が穿設される。

ディスタンスピース50の凹部51に収容され

る弁体170は略円盤状を呈し、上端面のリング状突起171がシリンダ40の下端面に着座したとき環状溝43を閉塞する。上記リング状突起171のシール部の幅はシリンダ40の環状溝43の幅の約2倍程度である。ディスタンスピース50は皿ばね180により付勢されており、非作動時シリンダ40の下端面に密着する。しかしてディスタンスピース50の下端面は皿バネ180の支持面である。

弁体170の外径は、ディスタンスピース50の凹部51の円周面をガイドとして動く程度の間隙を設けるように定められる。さらに弁体170は、中央から少しずれた位置にバランスポート172が形成され、弁体170の上下に油圧がかかる様になっている。

ニードルボディ70は、中央にニードル弁190を摺動自在に支持するシリンダ孔71、油だまり72を有し、下方にはシート部73及び噴孔が形成される。またニードルボディ70の上端面にはリング状燃料通路75が形成され、これは、ディ

スタンスピース50の燃料通路55と連通する。リング状燃料通路75と油だまり72は燃料通路76を介して連通する。ニードルボディ70の上端面はリテーニングナット60により、ディスタンスピース50の下端面に密着する。

ニードル弁190はディスタンスピース50のシリンダ孔52に摺動自在に支持される第1摺動部191と、ニードルボディ70のシリンダ孔71に摺動自在に支持される第2摺動部192と、ニードルボディ70のシート部73に着座する先端シート部193とを有する。第1摺動部191の断面積を S_1 とし、第2摺動部192の断面積を S_2 とし、シート部193のシート径内側の断面積を S_3 とすると、 $(S_1) < (S_2 - S_3)$ なる関係がある。さらに第1摺動部191の径は第2摺動部192の径より小さいが、その段部194はニードル弁190がニードルボディ70のシート部73に着座する状態において、ディスタンスピース50の下端面より0.5mm程度下方に位置するようになっている。この時形成される空間195はディスタンスピース

50のドレン燃料通路55と連通するようになっている。なお301は燃料タンク、302は高圧燃料ポンプ、303はアキュムレータ、304は一定圧力にするためのレギュレータである。これらは低圧パイプ305、306、高圧パイプ307、308、309により相互に連通する。またセンターケーシング10のドレン燃料通路14は低圧パイプ310を介して燃料タンク301に連通する。311は電歪アクチュエータ100を駆動するための駆動回路である。

以上の構成を有する本実施例装置の動作を第1～第3図に従って説明する。燃料ポンプ302により燃料タンク301から吸入された燃料は、燃料タンク301→低圧パイプ305→燃料ポンプ302→高圧ポンプ307→アキュムレータ303→高圧パイプ308→レギュレータ304、および高圧パイプ309→アッパーケーシング20の燃料入口22の順に流れる。その結果、燃料ポンプ302より下流であってレギュレータ304までの燃料ライン内の圧力はレギュレータ304により設定された200気圧の高圧に維持される。燃料ポンプ302によりそれ以

上に供給された燃料は低圧パイプ306から燃料タンク301に戻される。

アッパーケーシング20の燃料入口22に供給された燃料は、燃料通路23→環状溝25→センターケーシング10の燃料通路13→シリンダ40の燃料通路42→ディスタンスピース50の燃料通路53→ディスタンスピース50の凹部51の順に流入し、それらは全て200気圧に維持される。一方この燃料は、アッパーケーシング20の燃料入口22→燃料通路24→熱歪補正用圧力室170の順にも流入し、200気圧が熱歪補正ピストン130にも作用する。

この状態においてディスタンスピース50の凹部51内の200気圧は、弁体170がシリンダ40の下面に着座しているとき駆動ピストン140を押し上げるように作用するとともに、弁体170のシート部171の以外の面に作用する。したがって弁体170は板バネ180の付勢力に加え、シート部171の面積に相当する面積に作用する200気圧の上向きの力でもってシリンダ40の下面に押圧さ

れる。なお、凹部51内の200気圧の圧力はニードル弁190の第1摺動部191の端面にも作用する。

駆動ピストン140は、摺動部143の断面積に作用する200気圧相当の力で上へ押されるが、電歪アクチュエータ100の上方の熱歪補正用ピストン130にも摺動部133の断面積に作用する200気圧相当の力を受けており、これによりアクチュエータ100は下へ押される。上述したように、熱歪補正用ピストン130の摺動部133の径は、駆動ピストン140の摺動部143の径より大きいので、電歪アクチュエータ100および駆動ピストン140は、これらの摺動部133、143の受圧面積の差に応じて下方へ付勢され弁体170を開弁させようとする。しかし、皿ばね180が弁体170を下方から支持するので弁体170は閉塞状態を維持する。しかし、電歪アクチュエータ100には熱歪補正用ピストン130の摺動部133の断面積にかかる200気圧相当分の力がプリセット荷重として加わり、一方弁体170は着座状態を維持する。さらにニードル弁190の最も上の端面にも200気圧が作用している

ため、このニードル弁190もシート部73に着座し続ける。

この状態で駆動回路311を介して電歪アクチュエータ100に500Vの電圧を印加する。すると、まず電歪アクチュエータ100が軸方向に伸長する。この結果、熱歪補正用圧力室200内の逆止弁用球160は、最初フリーの状態であったのが、この圧力室200の圧力上昇によりアッパーケーシング20のシート部26に着座し、燃料入口24を閉塞する。すると、電歪アクチュエータ100は上方に伸びることができないので下方に伸長し始め、駆動ピストン140を介して弁体170を、皿ばね180と油圧に抗して押し下げる。これにより、弁体170は0.3mm幅の環状溝43を開放し、凹部51あるいは燃料通路53内に供給されていた200気圧の燃料は環状溝43に流入するとともに燃料通路44→55→75→76→油溜り72の順に流れる。一方、ニードル弁190の燃料圧を受ける面は、押し下げようとする第1摺動部191の端面(断面積S1)と、押し上げようとする、第2摺動部192

の断面（断面積 S_2 ）とシート部 193（断面積 S_3 ）とであるが、これらの各面積は（ S_1 ）＜（ $S_2 - S_3$ ）の関係があるので、200気圧が（ $S_2 - S_3$ ）の面に作用することにより、ニードル弁 190はリフトする。一度リフトすれば、200気圧が供給されている期間ニードル弁 190は開弁状態を維持し、燃料噴射を続ける。

次に電歪アクチュエータ 100にかかる電圧を 0 Vに戻すと、電歪アクチュエータ 100は軸方向に縮む。すると駆動ピストン 140が上方へ移動し、弁体 170は皿バネ 180の力により上方へ押されシリンダ 40の下面に着座する。しかし環状溝 43が閉塞され、油溜り 72への 200気圧の燃料の補充が断たれる。この結果、燃料の噴射により油溜り 72内の圧力が低下する一方であり、かつニードル弁 190の最上部端面には 200気圧が作用しているので、ニードル弁 190は下降してシート部 73に着座し、燃料噴射が停止する。

さて、この時のニードル弁 190の受ける関係を検討する。ニードル弁 190の第 1 摺動部 191の直

径を 4 mmとし、第 2 摺動部 192の直径を 5 mmとし、ニードル弁 190のシート部 193の直径を 2 mmとする。第 1 摺動部 191の断面積 S_1 にかかる力は、燃料圧が 200気圧の時 25.13 kgであり、これはニードル弁 190を下方へ押す力である。一方、ニードル弁 190を上へ押す力は第 2 摺動部 192の断面積 S_2 からシート部 193の断面積 S_3 を引いた残りの面積に相当する部分にかかる圧力であるから、ニードル弁 190の開弁圧 P_o は

$(S_2 - S_3) \times P_o = 25.13 \text{ kg}$ より求められる。すなわち $P_o = 152.7$ 気圧となる。したがって、弁体 170が開弁し 152.7気圧以上の高压がニードル弁 190に上方に作用した時、ニードル弁 190は開弁する。

これに対し、閉弁圧 P_c を見てみると、閉弁圧 P_c は $S_2 \times P_c = 25.13 \text{ kg}$ より求められる。すなわち $P_c = 128.2$ 気圧となる。したがって弁体 170が開弁し、油溜り 72へ供給される高压が遮断され、弁体 170の下流の圧力が 128.2気圧を下回るとニードル弁 190は閉弁する。

たとえば上記 S_2 、 S_3 の面積をそのままの値に維持し、 S_1 の面積を変えると、 S_1 が直径 3 mm相当であれば、開弁圧は 85.9気圧、閉弁圧は 72.1気圧となる。 S_1 が直径 4.5 mm相当であれば開弁圧は 193.2気圧、閉弁圧は 162.3気圧となる。

なお熱歪補正用ピストン 130は次のようにして熱歪を補正する。電歪アクチュエータ 100 はセラミックであり、ケーシング 10等は金属であるので熱歪量はケーシング 10等の方が大きい。したがってケーシング 10等が外部の熱により膨張、収縮したとき、圧力室 200の隙間は変化する。この変化は非常にゆるやかであり、したがって逆止弁 160がフリーの状態で行われる。この結果、圧力室 200の容積は変わるが、非圧縮性の燃料で満たされていることと、電歪アクチュエータ 100の伸長が非常に急峻であるために多少の容積変化によらず逆止弁 160が閉じられ、熱歪補正用ピストン 130は上方への移動を阻害される。しかし熱歪が補正される。

弁体 170とニードル弁 190の作動パターンを第

2図に従って説明する。

(A) は駆動電圧、(B) は弁体 170のリフト、(C) は噴射率を示す。電歪式アクチュエータ 100に電圧を印加すると (ON状態) T_1 後に弁体 170がリフトし始め、 T_2 後に最大リフトに達する。 T_3 後に燃料噴射が開始し、 T_4 後に最大噴射率に達する。その後、 T_5 後に印加電圧を OFFにすると電歪式アクチュエータ 100は縮み、電圧を OFFにしてから T_6 後に弁体 170が着座を開始し、 T_7 後に着座する。噴射率は T_8 後に降下し始め、 T_9 後に燃料噴射が停止する。このように、噴射量は弁体 170のリフト量を一定とし、ON時間を変えることによって制御できる。

噴射率の制御について第 3 図により説明する。

(D) は駆動電圧であり、この例では V_1 、 V_2 の 2段階に変化するようにになっている。(E) は弁体 170のリフト、(F) は噴射率である。

電歪式アクチュエータ 100に V_1 の電圧を印加すると (ON) T_{10} 後に弁体 170がリフトし始め、 T_{11} 後に低リフト状態に達する。 T_{12} 後に噴射が

開始し、 T_{13} 後に低噴射率状態に達する。 T_{14} 後に V_2 の高い電圧を印加すると、この電圧の印加から T_{15} 後に弁体170がさらにリフトし始め、 T_{16} 後に最大リフトに達する。すると T_{17} 後にさらに噴射率が増加し始め、 T_{18} 後に最大噴射率に達する。 T_{19} 後にOFFにすると、これから T_{20} 後に弁体170が降下し始め、 T_{21} 後に弁体170は着座する。 T_{22} 後に噴射率は低下し始め、 T_{23} 後に噴射が停止する。このように、噴射率は電圧により制御できる。

本実施例装置は以上のように作動し、その効果は次のようなものである。すなわち、

(1) 弁体170を電歪アクチュエータ100により直接駆動するので、応答が速い。

(2) 直接弁体170を駆動するため、弁体170の開口面積を電圧により変化させることができ、噴射率の制御が容易である。

(3) 弁体170はシール部を除き同じ圧力を受けるので、電歪アクチュエータ100の負荷が軽くて済む。

なお上記実施例において、ニードル弁190は第1摺動部191と第2摺動部192を一体的に成形されていたが、これらを分割して成形されていても良い。またポンプ302はレギュレータ304の設定圧以上の圧力を発生するものを使用したが、このレギュレータを用いず、一定圧のみ供給する定圧供給燃料ポンプを使用しても良い。

発明の効果

以上のように本発明によれば、弁体とニードル弁との間の通路を短縮化できるので、ニードル弁の開弁時における応答時間を極力短くすることができ、燃料噴射の停止を迅速化できる。またニードル弁の復帰用のばねを省略し、ニードル弁の端面に常に高い燃料圧を作用させるようにしたので、このニードル弁の開弁はより迅速なものとなる。さらに、ニードル弁の2つの受圧面を弁体の上流側と下流側にそれぞれ臨ませたので、これらの受圧面あるいは燃料供給圧を変えらることにより、ニードル弁の開弁圧と閉弁圧とを容易に変化させることができる。また弁体は、電歪式アクチュエー

(4) ニードル弁190の上部にも燃料の供給圧を作用させているので従来用いられていたニードル弁復帰用のスプリングが不要である。

(5) またニードル弁190の上部にも供給圧を作用させていることによりニードル弁190の上下の受圧面積を変えるだけで開弁圧、閉弁圧を容易に変更できる。

(6) ニードル弁190の上下の面積比を一定にしたまま燃料の供給圧を変えらることにより、ニードル弁190の開弁圧、閉弁圧を変えることができ、噴射率を変化させることができる。

(7) ニードル弁190のリフト量の自由度が高い。

(8) 駆動ピストン140の径を小さくできるので電歪アクチュエータ100にかかる力を低減でき、供給される燃料の高圧化が容易である。

(9) 熱歪補正用圧力室200及びピストン130を設けたので、装置全体が熱膨張により歪んでも、非作動時に弁体170を確実に閉弁させ、かつ開弁時における弁体170のリフト量を一定に保つことができる。

タにより直接駆動されるので、応答が速い。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は弁体のリフトと噴射率の関係を示すグラフ、第3図は駆動電圧を変化させたときの弁体のリフトと噴射率の関係を示すグラフである。

7 4…噴口、

100…電歪式アクチュエータ、

170…弁体、 190…ニードル弁。

特許出願人

株式会社 日本自動車部品総合研究所

特許出願代理人

弁理士 青 木 朗

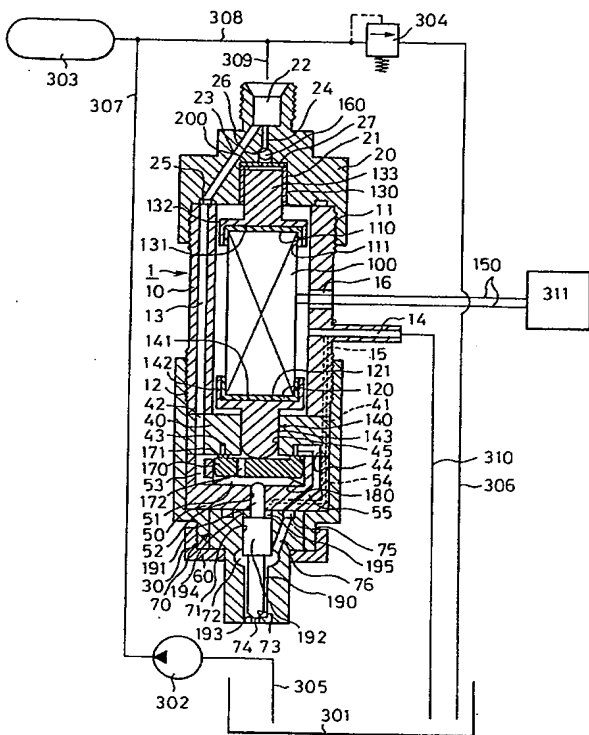
弁理士 西 銘 和 之

弁理士 松 浦 孝

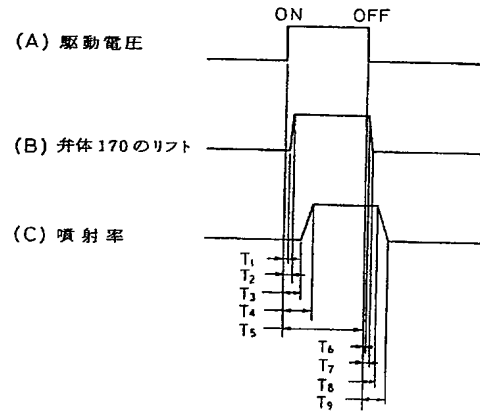
弁理士 山 口 昭 之

弁理士 西 山 雅 也

第 1 図



第 2 図



第 3 図

